

III-537

攪拌混合補強体の引抜き試験（その3）

(株) テノックス 正会員 吉田 茂
 (株) テノックス 正会員 上 周史
 (財) 鉄道総合技術研究所 正会員 館山 勝
 東 急 建 設 (株) 正会員 田村 幸彦

1. はじめに

筆者らはFRPロッド製の引張り芯材（FRP芯材）を挿入した大径の攪拌混合補強体（コラム）を用いて、盛土斜面等の緩斜面の急勾配化工法の開発を進めている。このコラムが仮土留め工として実際の工事に採用された。今回、この施工現場で実大のコラムについてFRP芯材とネジ付きPC鋼棒製の引張り芯材（PC鋼棒芯材）を用いた場合の引抜き試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 試験概要

- 1) 試験体の仕様：試験体には引張り荷重の伝達状態や付着応力分布を調べるため、引張り芯材に歪ゲージを貼付した。
 (PC鋼棒芯材No.2のみ)

①試験体の形状・寸法を

図1に示す。FRP芯材挿入の試験体は土被り圧の効果を見るため、土被り2.0m

と3.1mについて各1本とし

②FRP芯材及びPC鋼棒芯材の仕様を表2に示す。

- 2) 地盤条件：試験場所はJR山手線の池袋大塚間で、試験地盤の土質は関東ロームの地山であった。土質試験結果を表1に示す。

- 3) 試験方法：試験方法は図2に示すように、土留め親杭のH鋼を反力として、センターホールジャッキで引張り芯材に直接引張り荷重をかけた。荷重段階は2.0tfピッチとした。

- 4) 測定項目：測定項目は引張り荷重、引張り芯材の歪と引抜き量、コラム頭部の引抜き量とした。

3. 試験結果

- 1) 試験結果概要：試験結果概要を表3に示す。FRP芯材は試験体No1が引張り荷重32.0tf、No2が28.5tfに達したときに芯材が引抜けて、試験を終了した。PC鋼棒芯材は試験体No1が引張り荷重36.0tf、No2が34.0tfに達したときにコラムが引抜けて、試験を終了した。
- 2) 引抜き荷重とコラム変位量の関係：引張り荷重と変位量の関係を図3～4に示す。
- 3) 軸力分布：軸力はFRP芯材の歪計測値から算定した。FRP芯材No1の軸力分布の算定結果を図

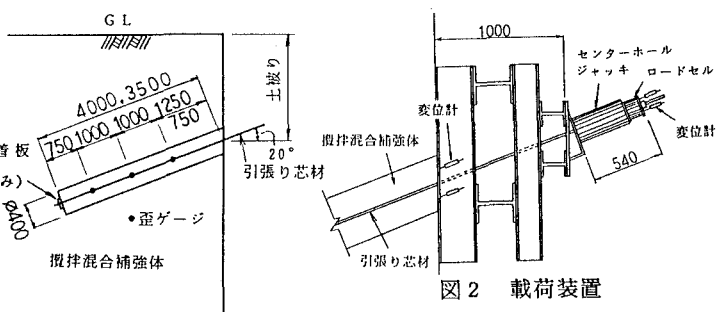


図1 試験体の形状・寸法

図2 荷重装置

表1 土質試験結果

土質分類	含水比 (%)	湿潤密度 ρ_w g/cm ³	一軸強度 q_u kgf/cm ²
ローム	125	1.40	0.21

表2 引張り芯材の仕様

種類	呼称	呼径 (mm)	単位重量 (kg/m)	破断荷重 (tf)	弾性係数 (kgf/cm ²)	備考
ビニールFRP 集束ロッド	10D-7	35	0.82	37.1	3.0×10^5	φ10の単線を7 本集束したもの
ネジ付き PC鋼棒	D32	32	6.63	88.4	2.12×10^6	ネジの高さ2.0mm 幅7.0mm ピッチ17.0mm

表3 試験結果概要

項目	FRP芯材	PC鋼棒芯材
コラム仕様	φ400×4.0m	φ400×3.5m
芯材仕様	FRPロッド(集束タイプ) 10D-7(単線φ10mm7本)	ネジ付きPC鋼棒 D32
破断荷重	35mm 37.1tf	32mm 88.4tf以上
設計引抜き荷重(常時)	3.83tf	3.35tf
最大引抜き荷重	No1 No2 平均	36.0tf(土被り2.0m) 34.0tf(土被り3.1m) 35.0tf
破壊状況	FRPロッドの引抜け	コラムの引抜け
平均引抜き力	芯材とコラム (kgf/cm ²) No1 No2	10.3以上 9.7以上
地盤とコラム (tf/m ²)	No1 No2	8.2 7.8
最大引抜き力	芯材とコラム (kgf/cm ²) No1 No2	13.6以上 14.0以上
地盤とコラム (tf/m ²)	No1 No2	10.8 11.1

5に、P C鋼棒芯材No1の軸力分布を図6に示す。軸力の伝達長は引張り荷重10tf程度までは約1m、20tf程度までは約2m程度であり、伝達長は最大でも3m程度であった。

- 4) 付着力: 付着力分布を図7～8に示す。FRP芯材とコラムの最大付着力は試験体No1で引拔荷重30.0tfのとき12.2kgf/cm²であった。P C鋼棒芯材のコラムと地盤の最大付着力は試験体No1で引拔荷重12.0tfのとき11.1tf/m²であった。

4. 考察

- 1) 最大荷重と許容荷重について: 極限荷重の1/3を許容荷重 R_a とすればFRP芯材で $R_a=28.5/3=9.5\text{tf/本}$ となり、設計常時引張力の3.83tf/本を十分満足する。またP C鋼棒芯材ではコラム長が短いにもかかわらず $R_a=34.0/3=11.3\text{tf}$ 以上とFRP芯材より大きな結果が得られた。

- 2) コラムの変位量について: 設計常時引張力が作用したときのコラム変位量は図3～4に示すようにFRP芯材で0.2～0.3mm、P C鋼棒芯材で0.1～0.2mmと非常に小さい。しかし、コラム頭の変位量は引抜き荷重が大きくなるにつれてFRP芯材の方が大きくなる傾向を示した。これはFRP芯材の弾性係数がP C鋼棒芯材に比べて小さく、同一引抜き荷重の下では芯材の伸び量が大きいためである。

- 3) 芯材の付着応力について: FRP芯材は最大荷重近くで最大付着応力度を示しているのに対し、P C鋼棒芯材は最大荷重の1/3の荷重のときに最大付着応力度を示している。これはP C鋼棒芯材では芯材周囲のコラムが剪断破壊するのに対し、FRP芯材では引抜き荷重が大きくなると芯材表面の綾巻部¹⁾が肌分かれを起こして芯材周囲のコラムを補強するためと考えられる。

- 4) 地盤とコラムの付着力について: P C鋼棒芯材の試験体で、地盤とコラムとの付着力平均付着力は7.7～8.2tf/m²、最大付着力は10.8～11.1tf/m²であった。これは表1の一軸強度から算定した粘着力1.05tf/m²以上の値を示している。これは土のサクシヨンの影響と思われる。

- 5) 土被り圧の効果はFRP芯材の引抜け、定着板の効果はコラムの引抜けのため確認できなかった。

謝辞: 本試験にご協力頂いた、J R東日本池袋工事区の皆さん及び(株)大林組の長沢所長に感謝します。

(参考文献) 1) 岡崎、他(1992): 棒状補強材におけるビニル製FRP芯材の適用、土木学会第47回年次学術講演会

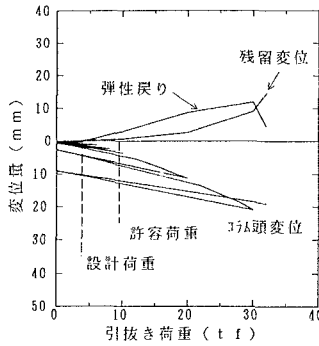


図3 荷重-変位曲線 (FRP芯材No1)

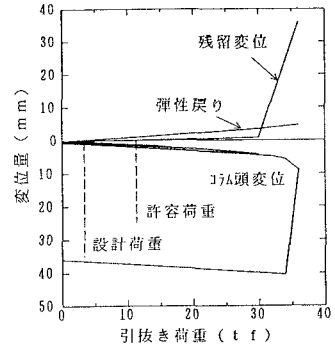


図4 荷重-変位曲線 (P C鋼棒No1)

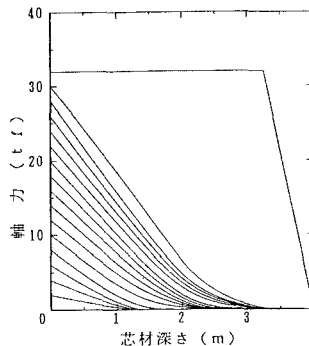


図5 FRP芯材(No1)の軸力分布

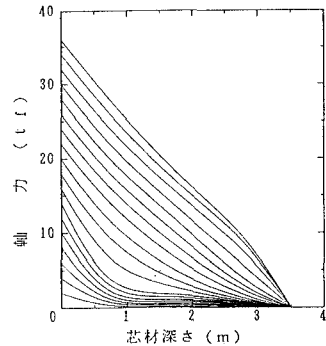


図6 P C鋼棒芯材(No1)の軸力分布

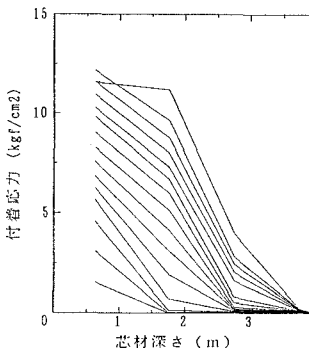


図7 FRP芯材(No1)の付着力分布

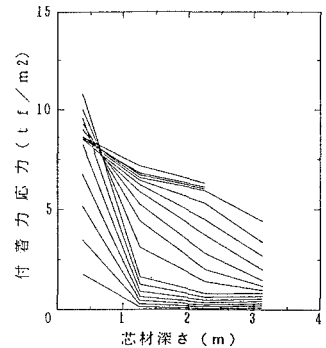


図8 コラムと地盤の付着力分布 (P C鋼棒No1)